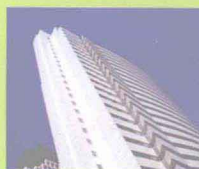




职业教育系列规划教材



建筑材料

严峻 主编

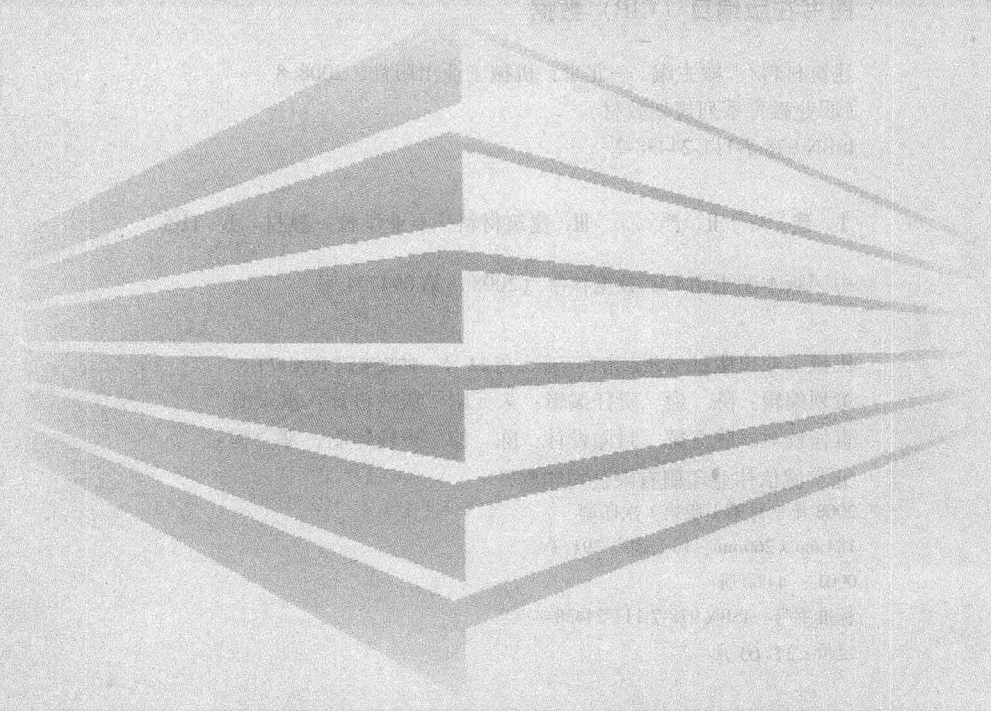
BUILDING



职业教育系列规划教材

建筑材料

主 编 严 峻
副主编 白 燕 王英林
参 编 王 波 高宏新 陈 俞
主 审 陈桂萍



机械工业出版社

本书共9章,针对职业院校学生的实际需要及接受能力并结合工程实践分别介绍了建筑材料的基本性质、气硬性胶凝材料、水泥、混凝土与砂浆、金属材料、木材、墙体材料、沥青材料、建筑装饰材料,并设置了建材调研与实训方案。为便于教学,本书作的改进有:每章均设课题导入、本章回顾、知识应用;每节均有思考与练习;各章节内容中穿插一些不同形式的小问题及时巩固所学知识;有关材料试验均采用演示形式。

本书依据最新标准和规范编写,同时为适应目前学生的阅读与学习特点,书中的语言表述尽量通俗化,并且每节均以案例导入理论知识。为增加学生对所学理论知识与建材市场价格的感性认识以及提高其归纳总结能力,本书在最后加入建材调研与实训方案,使学生将理论与实践充分结合起来。

本书可供职业院校建筑经济管理专业、工程造价专业、工业与民用建筑专业、市政工程专业学生使用,也可供从事建筑施工的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑材料/严峻主编. —北京:机械工业出版社,2008.8

(职业教育系列规划教材)

ISBN 978-7-111-24438-7

I. 建... II. 严... III. 建筑材料—专业学校—教材 IV. TU5

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第094724号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈俞 责任编辑:朱元刚 版式设计:霍永明

责任校对:陈立辉 封面设计:陈沛 责任印制:邓博

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·13印张·291千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24438-7

定价:21.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379197

封面无防伪标均为盗版

编写说明

进入 21 世纪以来，由于工程招投标模式在建筑行业的普及，承包企业的利润需要依赖于三个方面：其一是工程报价的合理性；其二是工程项目施工过程的合理组织和造价成本控制；其三是承包企业本身管理成本控制。基于以上原因，建筑行业需要大量熟悉工程造价基本方法的造价人员、懂得科学组织施工的技术人员、能对项目进行管理的项目管理人员、会进行企业内部成本控制的会计人员。

“教书育人、教材先行”，针对建筑行业出现的新形式和职业教育“以能力为本位”的培养目标，机械工业出版社启动了本套教材。本套教材主要有以下特点：

1. 依据最新的《建筑工程工程量清单计价规范》（GB 50500—2003）、FIDIC 合同文本（白皮书）编写。

2. 结合“双证书”制度，教材中留设大量与造价员、会计员考试相关的习题，方便教师留置。

3. 在教材编写模式上尽量浅化理论知识，对于许多枯燥乏味的理论知识采用实例进行说明解释。

考虑到目前职业学校对实训、实习模块的重视，本套教材在课程框架结构设计和内容上也进行了一些创新。从课程框架结构上，本套教材可供工程造价、工程管理、建筑会计三个专业的学生选用；从内容上，设置了导入案例、实训案例以及市场调研作业等，方便各校安排小型实训内容。关于本套教材的课程框架结构设计模式及每本教材的特点、主要内容、特色说明及样章可从 www.cmpedu.com 下载。



前 言

本书着力于“内容求新、理论求浅、突出特色”，以任务为导向，采用案例导入模式编写，注重趣味性和实用性。

针对土木建筑类职业院校学生的实际需要及接受能力并结合工程实践，本书主要介绍了建筑工程中常用建筑材料的性能、品种、规格及应用。为便于教学，每章均设课题导入、相关知识链接、本章回顾、知识应用；每节均有思考与练习；各章节内容中同步穿插一些不同形式的小问题及时巩固所学知识。本书的另一特色是每节均以案例导入，融入建筑装饰材料，并且在最后加入建材调研与实训方案。书中有关材料检测、试验均采用演示形式。

本书由严峻任主编，白燕、王英林任副主编。参加编写的人员有：辽宁省城市建设学校严峻（绪论、第1章、第4章）、白燕（第9章）、王英林（第3章、第5章）、王波（第6章、第7章的部分内容），辽宁省交通高等专科学校高宏新（第2章、第8章），机械工业出版社陈俞（第7章的部分内容）。全书由辽宁省交通高等专科学校陈桂萍教授主审，沈阳航空航天大学材料学博士滕英元教授阅读了书稿并提出了宝贵意见。

由于时间仓促，作者水平有限，书中难免存在缺点和错误，在使用过程中恳请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

编写说明		
前言		
绪论	1	
第1章 建筑材料的基本性质	4	
1.1 材料的基本物理性质	4	
1.2 材料的力学性质	8	
1.3 材料与水有关的性质	11	
1.4 材料的耐久性与装饰性	15	
本章回顾	16	
第2章 气硬性胶凝材料	17	
2.1 石灰	17	
2.2 石膏	21	
2.3 水玻璃	25	
本章回顾	28	
第3章 水泥	29	
3.1 通用水泥	29	
3.2 特种水泥	43	
3.3 水泥演示试验	47	
本章回顾	50	
第4章 混凝土与砂浆	51	
4.1 普通混凝土	51	
4.2 普通混凝土力学性能演示试验	87	
4.3 建筑砂浆	90	
本章回顾	96	
第5章 金属材料	99	
5.1 建筑钢材	99	
5.2 铝合金及塑钢	117	
5.3 钢筋演示试验	120	
本章回顾	123	
第6章 木材	124	
6.1 木材的分类及主要性质	124	
6.2 木材的工程应用	129	
本章回顾	132	
第7章 墙体材料	133	
7.1 砌墙砖	133	
7.2 墙体用砌块、板材和保温材料	139	
本章回顾	151	
第8章 沥青材料	153	
8.1 常用沥青材料概述	153	
8.2 石油沥青	155	
8.3 防水卷材	161	
8.4 防水涂料	166	
8.5 沥青混合料	171	
本章回顾	176	
第9章 建筑装饰材料	178	
9.1 建筑玻璃	178	
9.2 建筑陶瓷	181	
9.3 建筑饰面石材	184	
9.4 建筑涂料	187	
9.5 纤维装饰织物与制品	190	
9.6 金属装饰材料	192	
本章回顾	195	
附录 建材调研与实训方案	197	
参考文献	199	

绪 论

1. 建筑材料概况

建筑材料，是用于建筑工程中各种材料的总称。建筑材料种类繁多，涉及面广，内容庞杂，且各成体系。总的说来，建筑、材料、结构、施工，四者是密不可分的。从根本上讲，材料是基础，材料决定了建筑形式和施工方法。为了满足建筑物适用、坚固、耐久、美观等基本要求，材料在建筑物各个部位发挥着各自的作用。如高层或大跨度建筑中的结构材料，要求轻质、高强；防水材料要求密不透水；冷藏库建筑必须采用优质隔热材料；而大型公共建筑及纪念建筑的立面材料对装饰性和耐久性要求较高。此外，在建筑设计中常常从材料造型、线条、色彩、光泽、质感等方面反映建筑的艺术特征。

在历史发展的进程中，人类通过劳动不断地改造自然、创造文明。建筑材料的发展也是如此。天然的土、石、竹、木、草秸、树皮就是古人类的主要建筑材料，我们可以从旧石器时代、新石器时代、青铜器时代、铁器时代、钢铁时代的划分来理解并体会材料的重要意义。

我们的祖先在建筑材料上留下许多宝贵经验和遗产，始建于公元前 7 世纪的万里长城所使用的砖石材料多达 1 亿 m^3 ，公元 605 年建于今河北赵县的赵州桥全长 64.4m，是世界上现存最早、保存最完整的石拱桥。现存于今江苏苏州的虎丘塔，建于公元 601 年，塔高 47.5m，塔身全为砖砌，重达 6000 余吨。山西五台山木结构的佛光寺大殿也有千余年历史。

近代建筑材料大部分出现于 18 世纪欧洲工业革命之后，特别是水泥、钢材与混凝土的发明和应用，标志着建筑材料的发展进入了一个新时期。

自 1995 年以来我国的水泥、平板玻璃、卫生陶瓷及石墨、滑石等建材产品产量一直居世界第一位。但必须看到：与发达国家相比我们建材行业的科技水平和管理水平还比较落后，主要表现在能源消耗大、劳动生产率低、污染环境严重。因此，必须靠科技进步改造传统产业，着力发展新工艺、新产品和绿色建材。

2. 建筑材料的分类

建筑材料品种繁多，组分各异，可以从多个角度对其分类，通常是按材料的化学成分和使用功能来进行分类。

(1) 按化学成分分类 依据材料的化学成分，可将其分为有机材料、无机材料和复合材料三大类，如表 0-1 所示。

(2) 按使用功能分类 依据材料的使用功能可将其分为结构材料、墙体材料和功能材料三大类，如表 0-2 所示，具体分类如下。

1) 结构材料。主要指用于构成建筑物主体的受力构件材料。如梁、板、柱、基础、框架及其他受力构件。这类材料主要技术性能要求是强度和耐久性。它决定了建筑物的安全性和可靠度。



表 0-1 建筑材料的分类（一）

建筑材料	无机材料	非金属材料	天然石材：毛石、料石、石子、砂 烧土制品：粘土砖、瓦、空心砖、建筑陶瓷 玻璃：窗用玻璃、安全玻璃、特种玻璃 胶凝材料：石灰、石膏、水玻璃、各种水泥 混凝土及砂浆：普通混凝土、轻混凝土、特种混凝土、各种砂浆 硅酸盐制品：粉煤灰砖、灰砂砖、硅酸盐砌块 绝热材料：石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩
		金属材料	黑色金属：生铁、碳素钢、合金钢 有色金属：铝、锌、铜及其合金
	有机材料	植物质材料	木材、竹材、软木、毛毡
		沥青材料	石油沥青、煤沥青、沥青防水制品
		高分子材料	塑料、橡胶、涂料、胶粘剂
	复合材料	无机非金属材料与有机材料的复合	聚合物混凝土、沥青混凝土、水泥刨花板、玻璃钢

表 0-2 建筑材料的分类（二）

建筑材料	建筑结构材料	砖混结构：石材、砖、水泥混凝土、钢筋 钢木结构：建筑钢材、木材
	墙体材料	砖及砌块：普通砖、空心砖、硅酸盐砖及砌块 墙板：混凝土墙板、石膏板、复合墙板
	建筑功能材料	防水材料：沥青及其制品 绝热材料：石棉、矿棉、玻璃棉、膨胀珍珠岩 吸声材料：木丝板、毛毡、泡沫塑料 采光材料：窗用玻璃 装饰材料：涂料、塑料装修材料、铝材

2) 墙体材料。主要指用于建筑物内外分隔的墙体材料，有承重和非承重两大类。墙体在建筑物中占有很大比重，认真选用墙体材料对降低建筑成本、节能都很有意义。当前，我国已大量选用砌墙砖、混凝土、加气混凝土，特别是轻质多功能的复合墙体发展很快。

3) 功能材料。功能材料是指担负某些建筑功能而又非承重的所有材料的总称。如屋面材料、地面材料、防水材料、绝热材料、吸声隔声材料、装饰材料等，这类材料形式繁多功能各异应用越来越多。

3. 建筑材料的技术标准

目前，我国常用的建筑材料都制定出了产品的技术标准，其主要内容包括产品规格、分类、技术要求、检测方法、验收规则、包装与标志、运输和贮存及抽样方法等。建筑材料的技术标准是建材产品质量的技术依据，它可实现生产过程合理化，设计、施工标准化。技术标准又是供需双方对产品质量验收依据，是保证工程质量的先决条件。

(1) 标准的分类 建筑材料的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标

准，分别由相应的标准化管理部门批准并颁布。中国国家质量技术监督局是国家标准化管理的最高机关。其中，国家标准和行业标准都是全国通用的标准，是国家指令性技术文件，各级生产、设计、施工等部门均必须严格遵照执行。

(2) 各级标准的部门代号（见表 0-3） 标准的表示方法由标准名称、部门代号、标准编号和标准年份四部分组成。例如：《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB 175—1999）。标准部门代号为 GB，标准编号为 175，批准年份为 1999。

表 0-3 各级标准的相应代号

标准级别	标准代号及名称
国家标准	GB——国家标准；GB/T——推荐性国家标准 ZB——国家级专业标准（有关建筑材料的为 ZBQ）
行业标准	JGJ——建设部（现住房和城乡建设部）行业标准；JC——建设部（现住房和城乡建设部） 建筑材料标准；JC/T——推荐性建材标准
地方标准	DB——地方标准
企业标准	QB——企业标准

当前，建筑市场已国际化，某些建筑工程常会涉及到其他国家的标准，我们也应有所了解。例如“ASTM”代表美国国家标准、“BS”代表英国国家标准、“DZN”代表德国国家标准，另外在世界范围内统一执行的标准为国际标准，其代号为“ISO”。

4. 本课程的内容任务

建筑材料是一门实用性、实践性很强的专业基础课。本书针对中等职业学校学生的实际需要和接受能力并结合工程实践分别介绍了①建筑材料的基本性质②气硬性胶凝材料③通用水泥④混凝土与砂浆⑤金属材料⑥木材⑦墙体材料⑧沥青材料⑨建筑装饰材料⑩建材调研与实训方案。其中①、③、④、⑤、⑧为重点章节。

本课程的主要任务归纳起来就是以下三点。

1) 以掌握常用建筑材料的性能为重点，要经常问自己：“材料在使用时呈现哪些性能？”，“为什么具有这样的性能？”

2) 掌握常用建筑材料的应用技术及试验检测技能，同时对建筑材料的储运和保护也有所了解。

3) 能正确选择与合理使用常用建筑材料，为其他相关专业课打下基础。

第1章 建筑材料的基本性质



课题导入：了解和掌握建筑材料的基本性质，对于合理选用材料至关重要。

本章将主要介绍材料的物理和力学性质、与水相关的性质及耐久性和装饰性。

建筑材料在建筑物的各个部位都要承受各种不同的作用，因此要求建筑材料必须具备相应的性质，如路面材料经常受到磨损及冲击的作用；结构材料要受到各种外力的作用；墙体材料应具备良好的保温隔热及隔声吸声性能；屋面材料应具备良好的抗渗防水性能。另外，建筑材料还经常受到风吹、日晒、雨淋、冰冻而引起温度变化及冻融循环的影响，因此还应具备相应的耐久性。而材料的装饰性主要取决于色彩、质感和线型。

1.1 材料的基本物理性质



导入案例

【案例 1-1】某种建筑材料试样的孔隙率为 20%，此试样在自然状态下的体积为 40cm^3 ，质量为 86g，吸水饱和后的质量为 90g，烘干后的质量为 83g。怎样确定这些材料的物理性质？不用每次亲自试验，怎样计算干燥砂石吸水后的质量呢？回答这个问题，首先要了解材料的质量和体积之间的关系，即材料的基本物理性质。

影响建筑物性能的建筑材料，其基本物理性质指标主要指密度、密实度与孔隙率、填充率和空隙率。

1.1.1 材料的密度

不同的建筑材料，因其单位体积内所含孔（空）隙程度不同，其密度（单位体积的质量）也有所差别。

1. 真密度

真密度：是指材料在绝对密实状态下，单位体积所具有的质量。用公式表示如下。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——材料的真密度 (g/cm^3)；

m ——材料在绝对密实状态下固体物质的质量 (g)；

V ——材料在绝对密实状态下的体积（不含开口和闭口孔体积， cm^3 ）。

材料在绝对密实状态下的体积（ V ）不应包括其内部的孔隙体积（ V_v ），而土建工程中大多采用固体材料，其绝大多数在自然状态下内部都存在孔隙。

2. 体积密度

体积密度：是指（整体多孔的）固体材料在自然状态下，单位体积所具有的质量。用公式表示如下。

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0} \quad (1-2)$$

式中 ρ_0 ——材料的体积密度（ kg/m^3 ）；

m ——材料在干燥状态下的质量（ kg ）；

V_0 ——材料在自然状态下的体积（ m^3 ）。

固体材料在自然状态下的体积应包括固体物质的体积（ V ）与其内部的孔隙体积（ V_v ），而孔隙体积（ V_v ）又分为开口（与大气连通）孔隙体积（ V_k ）和闭口（与大气不连通）孔隙体积（ V_b ），详见图 1-1。土建工程中经常拌制混凝土，其中砂石材料的体积直接采用排开液体的方法测定，此时的体积为固体物质的体积（ V ）与闭口孔隙体积（ V_b ）之和，此时的密度又称表观密度。



相关链接

【案例 1-1 分析】

真密度 = 干质量 / 密实状态下的体积 = $83\text{g} / [40\text{cm}^3 \times (1 - 0.20)] = 2.59\text{g}/\text{cm}^3$ 。

体积密度 = 干质量 / 自然状态下的体积 = $83\text{g} / 40\text{cm}^3 = 2.08\text{g}/\text{cm}^3$ 。

开口孔隙率 = 开口孔隙的体积 / 自然状态下的体积 = $(90 - 83)\text{g} / (1\text{g}/\text{cm}^3 \times 40\text{cm}^3) = 0.17 = 17\%$ 。

闭口孔隙率 = 孔隙率 - 开口孔隙率 = $0.20 - 0.17 = 0.03 = 3\%$ 。

以砂石为代表的散粒材料还经常处于一种堆积状态，此时的体积构成又多了一项空隙体积（ V_a ）。

3. 堆积密度

堆积密度：是指散粒（粉状、粒状与纤维状）材料在堆积状态下，单位体积所具有的质量。用公式表示如下。

$$\rho' = \frac{m}{V'} \quad (1-3)$$

式中 ρ' ——散粒材料的堆积密度（ kg/m^3 ）；

m ——散粒材料的质量（ kg ）；

V' ——散粒材料在堆积状态下的体积，此时多了一项空隙体积 V_a （ m^3 ）。

散粒材料在堆积状态下的体积等于三项之和，即 $V' = V + V_v + V_a$ ，详见图 1-2。

在建筑工程中，配料计算、构件自重计算、材料用量计算甚至材料的堆放运输都涉及到材料的密度。常用建筑材料的密度参考数值见表 1-1。

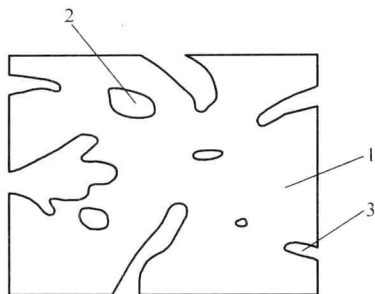


图 1-1 固体材料内的孔隙放大示意图
 1—固体物质 2—闭口孔隙 3—开口孔隙

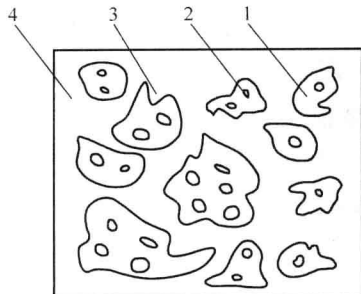


图 1-2 散粒材料的堆积状态放大示意
 1—颗粒中固体物质 2—颗粒的闭口孔隙
 3—颗粒的开口孔隙 4—颗粒间的空隙

表 1-1 常用建筑材料的密度参考数值

材 料 名 称	真密度/（g/cm ³ ）	体积密度/（kg/m ³ ）	堆积密度/（kg/m ³ ）
石灰石（碎石）	2.4 ~ 2.7	1800 ~ 2600	—
砂	2.5 ~ 2.6	—	1400 ~ 1700
水泥	2.7 ~ 3.1	—	1200 ~ 1300
粘土	2.5 ~ 2.7	—	1600 ~ 1800
钢材	7.85	7850	—
木材	1.55	400 ~ 700	—
普通混凝土	—	2350 ~ 2450	—
普通粘土砖	2.5 ~ 2.8	1600 ~ 1800	—



试一试

根据上面所学的知识，到就近的建筑工地调查比较某种岩石的真密度、体积密度、表观密度、堆积密度之间的大小关系。

1.1.2 材料的密实度与孔隙率

1. 密实度

密实度：是指材料体积内被固体物质填充的程度，即固体物质体积 V 占总体积 V_0 的百分率，通常用 D 来表示。

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho} \times 100\% \tag{1-4}$$

密实度反映了材料结构的致密程度，含有孔隙的固体材料密实度均小于 1。材料的很多性能如强度、耐久性、吸水性、导热性均与其有关。

2. 孔隙率

孔隙率：是指材料体积内，孔隙体积（ V_v ）占自然状态下材料总体积 V_0 的百分率，通常用 P 来表示。

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} \times 100\% = \left(1 - \frac{V}{V_0}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho}\right) \times 100\% \quad (1-5)$$

由于材料的总体积 (V_0) = 固体体积 (V) + 孔隙体积 (V_v)，所以 $P + D = 1$ 。孔隙率的大小更加直接地反映了材料的致密程度，孔隙率的大小及孔隙本身的特征与材料的许多重要性质密切相关，如抗渗性、抗冻性、吸水性、导热性均与其有关。



试一试

[填空题] 某一材料孔隙率为 28.5%，其密实度为_____%。

1.1.3 材料的填充率与空隙率

1. 填充率

填充率：是指散粒材料在容器的堆积体积中，颗粒填充的紧密程度（用百分数）。通常用 D' 来表示：

$$D' = \frac{V_0}{V'} \times 100\% = \frac{\rho'}{\rho_0} \times 100\% \quad (1-6)$$

填充率反映了散粒材料的颗粒体积占其堆积体积的百分率。

2. 空隙率

空隙率：是指散粒材料在容器的堆积体积中，颗粒间空隙体积 (V_a) 占堆积体积的百分率，通常用 P 来表示。

$$P = \frac{V' - V_0}{V'} \times 100\% = \left(1 - \frac{V_0}{V'}\right) \times 100\% = \left(1 - \frac{\rho'}{\rho_0}\right) \times 100\% \quad (1-7)$$

散粒材料的填充率与空隙率的关系是： $D + P = 1$ 。



试一试

[填空题] 某散粒材料空隙率为 20%，其填充率为_____%。

思考与练习 1.1

1.1-1 名词解释

1. 表观密度 2. 堆积密度 3. 空隙率 4. 填充率

1.1-2 何谓材料的密实度和孔隙率？两者有什么关系？（问答题）

1.1-3 某块状固体材料自然干燥状态下的质量为 90g，体积为 36cm^3 ，绝对密实状态下的体积为 30cm^3 ，计算其真密度和体积密度。（计算题）

1.1-4 已知卵石的体积密度为 2.8g/cm^3 ，把它装入一个 2m^3 的车厢内，装平时共用 3450kg，求该卵石的空隙率。若用堆积密度为 1600kg/m^3 的砂子，填充上述车内卵石的全部空隙，共需砂子多少千克？（计算题）

1.1-5 单项选择题

某岩石的真密度为 2.50g/cm^3 ，其体积密度为 500kg/m^3 时，其孔隙率应为_____。

- A. 70% B. 90% C. 60% D. 80%

1.2 材料的力学性质



导入案例

【案例 1-2】史上空前的海难——铁达尼号的沉没

1912 年，世界上最大的客船铁达尼号初航，由于众所周知的原因撞上冰山，35cm 厚船钢板在水位线处像拉链拉开一样被撕裂，海水排山倒海般涌向船内，约三小时后沉没。排除其他人为因素，这里涉及到材料的脆性和韧性，而脆性和韧性则属于材料力学性质的范畴。除此之外，材料的力学性质还包括强度、弹性和塑性等。

1.2.1 强度与比强度

1. 强度

强度是指材料抵抗外力（荷载）破坏作用的（最大）能力。强度值用材料受力破坏时，单位受力面积上所承受的力（应力）来表示，公式可表示为

$$f = \frac{F}{A} \quad (1-8)$$

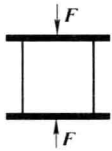
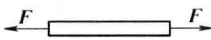
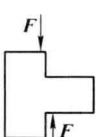
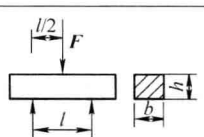
式中 f ——材料受力破坏时的强度（MPa）；

F ——破坏荷载（N）；

A ——破坏时受力面面积（mm²）。

通常将材料破坏时的情形分为四种，即压坏、拉坏、剪坏和弯（折）坏，相对应的材料强度表述为抗压强度（ f_c ）、抗拉强度（ f_t ）、抗剪强度（ f_v ）和抗弯强度（ f_m ），其示意图及计算公式见表 1-2。

表 1-2 材料静力强度示意图及计算公式

强度/MPa	受力示意图	计算公式	附 注
抗压强度 f_c		$f_c = \frac{F}{A}$	F ——破坏荷载（N） A ——受荷面积（mm ² ） l ——跨度（mm） b ——断面宽度（mm） h ——断面高度（mm）
抗拉强度 f_t		$f_t = \frac{F}{A}$	
抗剪强度 f_v		$f_v = \frac{F}{A}$	
抗弯强度 f_m		$f_m = \frac{3Fl}{2bh^2}$	

材料的强度值大多在特定条件下采用静力破坏法测定,为了使试验结果准确而有意义,必须严格按照国家规定的标准统一的方法进行。

在建筑材料中,如混凝土按抗压强度(7.5~80MPa)分为16个强度等级;普通水泥以抗压强度(32.5~62.5MPa)为主常划分为6个强度等级。材料的强度,对于设计师合理选用、正确设计十分重要,直接关系到建筑物的质量。

2. 比强度

比强度是按单位质量计算的强度,其值等于材料的强度与其体积密度之比。

它是衡量材料轻质高强的一个指标,为了对不同的材料强度加以比较,经常采用比强度。



试一试

[单项选择题] 材料的孔隙率增大时,其性质保持不变的是_____。

- A. 体积密度 B. 堆积密度 C. 真密度 D. 强度

1.2.2 弹性与塑性

1. 弹性

弹性是指材料在外力作用下产生变形,而外力取消后变形即可消失且能完全恢复到原来状态的性质。这种即可消失的变形称为弹性变形,其数值的大小与外力正相关,比例系数用 E 表示,称为弹性模量。

在弹性变形范围内,弹性模量 E 为常数,其值等于外应力与变形的比值,即

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (1-9)$$

式中 σ ——材料所受外应力(应力:用外力除以受力面积),单位为MPa;

ε ——材料的变形(应变:相对变形),无单位;

E ——材料的弹性模量(MPa)。

弹性模量反映了材料抵抗变形的能力, E 值越大,材料越不容易变形。应当指出,多数材料受力不大时,仅产生弹性变形,而受力超过一定限度后又产生了塑性变形(如建筑钢材),这类材料可视为有限弹性材料。

2. 塑性

塑性是指材料受力超过一定限度(弹性范围)后,外力取消而变形却不可恢复的性质。

有些建筑材料(如混凝土),受力后其弹性变形与塑性变形同时产生,若取消外力则弹性变形可以消失,而塑性变形却不能消失,这一点必须引起注意。

1.2.3 脆性与韧性

1. 脆性

脆性是指外力达到一定限度后,材料突然破坏却无明显的塑性变形的性质。

脆性材料抵抗冲击或震动荷载的能力极差,其抗压强度要比抗拉强度高很多,如混凝土

土、玻璃、砖、石、陶瓷均属脆性材料。

2. 韧性

韧性是指在冲击或震动荷载作用下，材料能吸收较大能量，虽产生一定变形却不致破坏的性能。

建筑工程中，如道路路面厂房吊车梁铁轨经常受冲击荷载作用；绝大多数建筑结构都有抗震要求，因此所用材料均需考虑冲击韧度。冲击韧度值用材料受荷载作用达到破坏时所吸收的能量来表示，即

$$a_k = \frac{A_k}{A} \quad (1-10)$$

式中 a_k ——材料的冲击韧度 (J/mm^2)；

A_k ——材料试件破坏时所消耗的功 (J)；

A ——试件受力面积 (mm^2)。



相关链接

【案例 1-2 分析】1991 年，深水机器人从 4000m 海底捞起一块铁达尼号上的钢板，其上有铁达尼号的标志。钢板出水后用高压水枪冲洗掉沉积物，居然还有油漆在上面；取了一块做抗压强度试验，强度竟然比现代钢材还要高。它为什么会沉呢？又做钢材冲击韧度试验，发现钢材断裂时吸收的冲击功很低，是韧性差的脆性材料。化学分析表明，该钢材的含硫量高，硫致使钢材的脆性增加。

1.2.4 硬度与耐磨性

1. 硬度

硬度是指材料表面抵抗硬物压入或刻划的能力。

不同材料的硬度其测定方法也不相同，矿物材料（石材）按刻划法（莫氏硬度），而常用材料（混凝土、钢材、木材）按压入法（布氏硬度）测定。

2. 耐磨性

耐磨性是指材料表面抵抗磨损的能力，常用磨损率 B 来表示。

$$B = \frac{m_1 - m_2}{A} \quad (1-11)$$

式中 B ——材料的磨损率 (g/cm^2)；

m_1 、 m_2 ——试件被磨损前后的质量 (g)；

A ——试件受磨损的面积 (cm^2)。

土建工程中用于道路地面、楼梯踏步等部位的材料，都要考虑其硬度和耐磨性。一般认为，强度高的材料其硬度也大、耐磨性也好，而硬度大的材料虽耐磨性较强，但加工困难。

思考与练习 1.2

1.2-1 下列性质属于力学性质的有_____。（多项选择题）

- A. 强度 B. 硬度 C. 弹性 D. 脆性

1.2-2 材料的比强度是指_____。(单项选择题)

- A. 两材料的强度比 B. 材料强度与体积密度之比
C. 材料强度与质量之比 D. 材料强度与其体积之比

1.2-3 下列材料中,属于韧性材料的是_____。(单项选择题)

- A. 粘土砖 B. 石材 C. 木材 D. 陶瓷

1.2-4 承受冲击荷载的结构选用_____。(单项选择题)

- A. 塑性材料 B. 韧性材料 C. 弹性材料 D. 弹塑性材料

1.2-5 是非判断题

某些材料虽然在受力初期表现为弹性,达到一定程度后表现出塑性特征,这类材料称为塑性材料。()

1.3 材料与水有关的性质



导入案例

【案例 1-3】某工地有含水率 5% 的砂子 500t, 问 (1) 实际干砂 (不含水) 为多少 t? (2) 如果需要干砂 500t, 应进含水率 5% 的砂子多少 t (因为工地只能选用湿砂)? 回答这个问题, 涉及到材料的吸湿性 (含水率)。

1.3.1 亲水性与憎水性

材料与水接触时有些能被水润湿, 有些则不能被水润湿, 我们将前者称为材料的亲水性, 后者称为材料的憎水性。

实际工程中, 材料的亲水性与憎水性通常以润湿角 θ 表示 (所谓润湿角是在材料、水、空气三相交汇点处, 沿水滴的表面作切线, 该切线与水与材料的接触面所成的夹角, 见图 1-3), 润湿角 θ 值愈小, 表明材料愈容易被润湿。当 $\theta \leq 90^\circ$ 时为亲水材料, 表示材料易被润湿并且水能通过材料毛细管道被吸入材料内部; 当 $\theta = 0$ 时, 表示材料完全被水润湿; 当 $\theta > 90^\circ$ 时为憎水材料, 这种材料能阻止水分渗入材料的毛细管道中, 从而降低材料的吸水性。建筑材料多为亲水材料 (如水泥、木材、砖、石、混凝土), 只有少数材料为

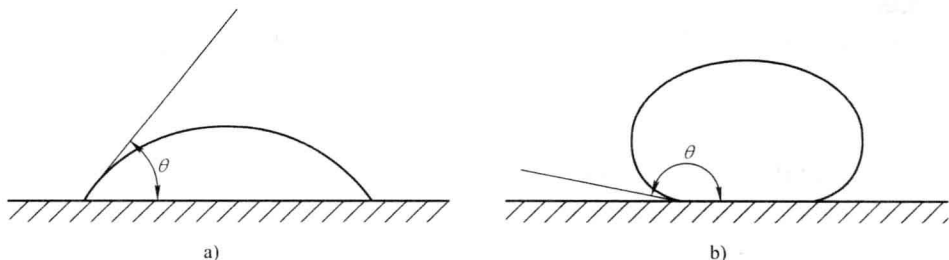


图 1-3 材料水空气相交点处润湿角示意图

a) 亲水材料 b) 憎水材料